

## SIFAT PAPAN SERAT MDF DENGAN PENAMBAHAN ARANG

### *(Properties of Medium Density Fiberboard with Charcoal Incorporation)*

Oleh/By :

Saptadi Darmawan<sup>1</sup>, Gustan Pari<sup>2</sup> & Adi Santoso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Peneliti pada Balai Penelitian Kehutanan Mataram

<sup>2</sup>Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan Bogor  
Jln. Gunung Batu No. 5, Bogor Telp. 0251-8633378; Fax.0251-8633413

Diterima: 24 Maret 2010 ; disetujui : 10 Nopember 2010

#### ABSTRACT

*Charcoal with its porous structure enables it to adsorb pollutants in gaseous or liquid phase, although it does not perform as effectively as its corresponding active charcoal. Meanwhile, medium density fiberboard (MDF) has become one of the wood-based panels which develops rapidly. In relevant, this experiment dealt with charcoal addition during MDF type fiberboard manufacture bonded with urea formaldehyde adhesive and shaped under dry process, and the fiber materials for the MDF were the mixture of mangium and rubberwood TMP (Thermo-Mechanical Pulping) pulp at 3:1 proportion (w/w). Meanwhile, the fiber charcoal resulted from the carbonization of those mixed TMP pulp. Expectedly, the incorporation of charcoal could improve adsorption capacity of the resulting MDF. In this experiment, the amounts of charcoal as incorporated implied from the compositions of TMP fiber-charcoal mixture at consecutively 100:0, 90:10, 80:20, and 70:30 based on oven dry weight. Observation was performed regarding MDF adsorption-capacities on benzene, chloroform, and formaldehyde (all in gaseous or vapor forms). Results revealed that the greater the amount of charcoal added, the greater also the adsorption capacity of MDF. Unfortunately, such has brought about the decrease in physical and mechanical properties of MDF. Those MDF properties with TMP fiber-charcoal composition at 90:10 were similar to those of MDF control, and could satisfy the standard of type-25 JIS, except for MOE (Type-15 JIS) and internal bonding strength. Charcoal incorporation enabled the corresponding to slow down the rate of the MDF formaldehyde emission.*

*Keywords : Charcoal, fiberboard properties, dry process, adsorption, formaldehyde emission.*

#### ABSTRAK

Arang dengan strukturnya yang *porous* memiliki kemampuan menyerap polutan dalam fase cair maupun gas, walaupun tidak sebaik arang aktifnya. Saat ini papan serat kerapatan sedang (*medium density fiberboard*/MDF) merupakan salah satu produk panel kayu yang berkembang pesat. Pada penelitian ini arang yang ditambahkan dalam pembuatan MDF direkat menggunakan resin urea formaldehida dan dibentuk dengan proses kering, dimana bahan baku serat yang digunakan untuk pembuatan MDF merupakan campuran pulp TMP kayu mangium dan karet pada perbandingan 3:1 (b/b). Sementara itu arang yang digunakan diperoleh dari hasil karbonisasi campuran pulp TMP tersebut. Penggunaan arang dalam pembuatan MDF diharapkan dapat meningkatkan kemampuan daya serapnya. Pada pembuatan MDF, digunakan campuran serat dan arang pulp TMP pada beberapa komposisi yaitu 100:0, 90:10,

80:20 dan 70:30 berdasarkan berat kering. Pengamatan dilakukan terhadap kemampuan daya serap MDF terhadap uap atau gas benzena, kloroform dan formaldehida serta menguji sifat fisik, mekanik dan emisi formaldehidanya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah arang yang digunakan ternyata mampu meningkatkan daya serap MDF terhadap gas yang diuji namun menurunkan sifat fisik dan mekaniknya. Sifat fisik dan mekanik papan serat dengan penambahan arang 10% relatif sama dengan MDF kontrol dan telah memenuhi standar JIS tipe 25 kecuali untuk keteguhan lentur (JIS tipe 15) dan keteguhan rekat internalnya. Penggunaan arang juga mampu memperlambat keluarnya emisi formaldehida dari MDF.

Kata kunci : Arang, proses kering, sifat papan serat, daya serap, emisi formaldehida

## I. PENDAHULUAN

Arang sudah sejak lama digunakan, yang pada awalnya dimanfaatkan sebatas sebagai sumber energi. Berkembangnya ilmu pengetahuan dan penelitian mengenai arang menunjukkan bahwa arang memiliki potensi lain. Saat ini penggunaan arang sangat beragam antara lain untuk penjernihan dan penghilang bau pada air, meningkatkan kemampuan tanah (*soil improving/ conditioning*) dan penyerap polutan dalam bentuk gas di udara (Park *et al.*, 2006; Komarayani, 2004; Kim and Lee, 2003; dan Kercher and Nagle, 2002).

Arang yang dibuat melalui proses karbonasi kayu atau bahan serat berlignoselulosa lainnya, menyebabkan terjadinya degradasi komponen kimia penyusunnya seperti selulosa, holoselulosa dan lignin. Arang yang terbentuk memiliki struktur *porous* yang dapat berfungsi sebagai *adsorbent* suatu bahan baik dalam fase cair maupun gas (*adsorbate*), walaupun kemampuannya tidak sebaik arang aktif (El-Hendawy *et al.*, 2001; Meier and Faix, 1999).

Sementara itu perkembangan produk panel kayu cukup pesat seperti papan partikel dan papan serat MDF yang mendominasi produk panel dan telah beredar luas di pasar. Papan partikel dan MDF telah dan akan terus *mensubstitusi* kayu lapis dan kayu gergaji pada banyak penggunaan, sebagai akibat dari makin menurunnya persediaan dan produksi kayu *solid* tropis di banyak negara (Anonim, 2002). Papan serat banyak digunakan sebagai *furniture* untuk keperluan interior, dimana digunakan bahan perekat bukan untuk tujuan eksterior (antara lain urea formaldehida, polivinil asetat, kasein dan sebagainya), dan proses pembentukan lembaran papan tersebut lazimnya menggunakan proses kering.

Konsumsi papan serat dunia pada tahun 2010 diprediksi mencapai 34 juta m<sup>3</sup> (Buongiorno *et al.* 2006). Pada pembuatan MDF sangat dimungkinkan menggunakan bahan lain sebagai campuran seperti halnya arang. Arang pada penelitian ini merupakan arang hasil proses karbonisasi pulp kayu dari proses *thermo-mechanical pulping* (TMP). Penambahan arang diharapkan mampu meningkatkan kemampuan papan serat dalam menyerap senyawa kimia dalam bentuk gas. Terlebih lagi pembuatan MDF tersebut melibatkan bahan perekat yang dapat menimbulkan emisi formaldehida seperti urea formaldehida, phenol formaldehida, dan tanin formaldehida. Terkait dengan uraian tersebut, telah disusun suatu tulisan mengenai sifat papan serat MDF di mana pulpnya diperoleh dari proses kering, dengan penambahan arang.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan dan Alat

Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan adalah campuran serat pulp kayu mangium (*Acacia mangium*) dan serat pulp karet (*Hevea brasiliensis*) yang dibuat dari proses *thermo-mechanical pulping* (TMP), dimana pulp tersebut diperoleh dari salah satu industri papan serat. Bahan baku pulp sebagian dijadikan arang untuk digunakan sebagai campuran dalam pembuatan MDF. Jenis perekat yang dipakai untuk pembuatan papan serat adalah urea formaldehida (UF). Bahan kimia yang digunakan di antaranya asetil amonium asetat, amonium klorida, formalin, benzena, karbon tetraklorida dan kloroform.

Peralatan yang digunakan untuk pengarangan adalah *retort* arang dengan pemanas listrik. Untuk pembuatan papan serat digunakan *spray gun* dan *hot press*. Untuk pengujian sifat mekanis MDF digunakan *Universal Testing Machine* (UTM) merk *Instron* dan untuk mengetahui karakteristik jalinan permukaannya digunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Peralatan lain yang dipakai di antaranya spektrophotometer ultra-violet (U-V), kaliper, desikator, oven, dan timbangan.

### B. Metode

Serat pulp kayu (pulp TMP) sebagian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam untuk memperoleh kadar air sekitar 6-8%. Serat pulp kayu yang tidak dikeringkan sebagian diarangkan (karbonisasi) pada suhu 550°C selama 5 jam menggunakan *retort* dengan pemanas listrik. Arang yang diperoleh diuji daya serapnya terhadap gas atau uap benzena, karbon tetraklorida, kloroform, formaldehida dan iod.

Dalam pembuatan MDF, serat pulp kayu (S) dan arang (A) dicampurkan dan diaduk sampai homogen, masing-masing pada perbandingan atau proporsi campuran (S/A) sebesar 100:0, 90:10, 80:20 dan 70:30 berdasarkan berat kering. Pada pembentukan lembaran MDF tersebut digunakan perekat UF (urea formaldehyde) sebanyak 12 % (w/w) dengan *solid content* 50%, sebagai katalis digunakan *amonium khlorida* (NH<sub>4</sub>Cl) 1% berdasarkan berat UF, dan untuk memperbaiki stabilitas dimensi ditambahkan emulsi parafin 0,5%. Kondisi pengempaan dilakukan pada suhu 160°C selama 10 menit dengan tekanan sekitar 25 kg/cm<sup>2</sup>. Papan serat dibuat melalui proses kering (media pencampuran bahan berupa udara, sedangkan untuk proses basah media pencampurannya adalah air) dengan ukuran 30 x 30 x 1 cm dan sasaran kerapatan sedang yaitu 0,77 g/cm<sup>3</sup> (tipe MDF). Setelah pengempaan dilakukan pengkondisian selama 14 hari, lalu dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik berdasarkan Standar Industri Jepang (JIS) A 5905-2003 tentang *fiberboards* (Anonim, 2003).

Sama halnya dengan pengujian daya serap arang, untuk papan serat (MDF) dilakukan juga pengujian daya serap terhadap uap benzena, kloroform dan formaldehida juga menggunakan metode desikator. Pada pengujian MDF, contoh dibuat dengan ukuran 5 x 5 x 1 cm (dalam kondisi kering udara), kemudian dimasukkan ke dalam desikator yang telah dijenuhkan dengan masing-masing bahan kimia tersebut, lalu dikondisikan selama 24 jam. Pengukuran daya serap dihitung dengan persamaan:

$$\text{Daya serap} = \frac{\text{Penambahan berat contoh}}{\text{Berat contoh awal}} \times 100\%$$

Pengujian emisi formaldehida MDF dengan menggunakan metode WKI dilakukan setahun setelah pembuatan MDF tersebut (Roffael,1993).

### C. Analisis Data

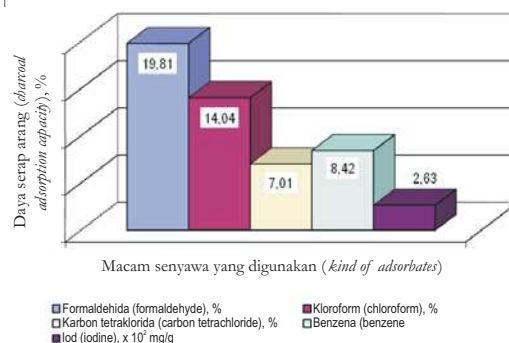
Data sifat fisik dan mekanis papan serat berkerapatan sedang (MDF), berikut data daya serap dan emisi formaldehida dari MDF tersebut ditelaah dengan rancangan percobaan acak lengkap satu faktor. Sebagai faktor (perlakuan) adalah komposisi campuran antara serat pulp kayu dan arang dalam 4 taraf yaitu 100:0 (sebagai kontrol), 90:10, 80:20 dan 70:30. Setiap taraf tersebut dilakukan ulangan sebanyak 2 kali. Selanjutnya, jika pengaruh komposisi nyata terhadap data tersebut, penelaahan dilanjutkan dengan uji beda jarak Duncan (Matjik dan Sumertajaya, 2002).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Daya Serap Arang

Arang kayu yang berasal dari pulp TMP memiliki daya serap tertinggi terhadap formaldehida (bersifat polar) yaitu sebesar 19,81% dan terendah terhadap gas karbon tetraklorida sebesar 7,01% (Gambar 1). Kemampuan daya serap tersebut menunjukkan bahwa struktur arang lebih bersifat polar. Besarnya tingkat kepolaran ini disebabkan oleh tingkat kepolaran dari permukaan arang seperti adanya senyawa fenol, aldehida dan karboksilat (Pari *et al.*, 1996).

Pada penelitian ini daya serap arang terhadap iod (263 mg/g) lebih besar dibandingkan dengan arang tempurung kemiri yaitu sebesar 191 mg/g (Darmawan, 2008). Menurut Smisek dan Cerny *dalam* Hendra dan Darmawan (2007), besarnya daya serap arang terhadap iod menggambarkan semakin banyaknya struktur mikropori yang terbentuk dan memberikan gambaran terhadap besarnya diameter pori yang dapat dimasuki oleh molekul yang ukurannya tidak lebih besar dari 10 Åmström.

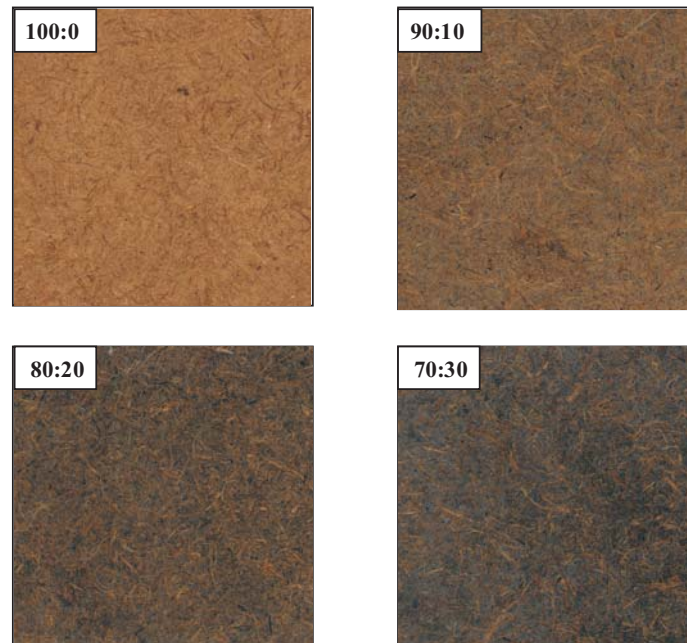


**Gambar 1.** Daya serap arang terhadap formaldehida, kloroform, karbon tetraklorida, benzena dan iod

*Figure 1. Charcoal adsorption capacity on formaldehyde, chloroform, carbon tetrachloride, benzene and iodine*

## B. Penampilan dan Sifat Fisik MDF

Penampilan permukaan papan serat (MDF) dengan penambahan arang disajikan pada Gambar 2, semakin banyak jumlah arang yang ditambahkan, permukaannya menjadi lebih gelap. Kerapatan MDF yang dihasilkan berkisar  $0,73-0,80 \text{ g/cm}^3$  (Tabel 1). Pada MDF kontrol (tanpa arang) dan MDF dengan penambahan arang 10% dan 20%, kerapatannya relatif sama yaitu  $0,80 \text{ g/cm}^3$ , sedangkan pada penambahan arang sebesar 30% kerapatannya turun menjadi  $0,73 \text{ g/cm}^3$ . Di duga ini ada kaitannya dengan bentuk/struktur arang yang agak rapuh dan kurang kompak dibandingkan dengan serat pulp, sehingga sebagian ada yang hilang selama proses pembentukan lembaran MDF secara kering. Berdasarkan uji beda Duncan (Tabel 1), nilai kerapatan untuk setiap perlakuannya (proporsi campuran serat dan arang) tidak berbeda nyata. Kerapatan papan serat yang dibuat telah memenuhi standar JIS (Anonim, 2003) yaitu antara  $0,35 - 0,80 \text{ g/cm}^3$ .



**Gambar 2. Permukaan MDF dengan penambahan arang (0-30%)**  
*Figure 2. Surface appearances of MDF with charcoal addition (0-30%)*

Kadar air MDF berkisar antara 6,11-7,08 %, terendah dihasilkan pada MDF dengan penambahan arang sebanyak 0% dan tertinggi pada penambahan arang 30%. MDF dengan kandungan arang tinggi cenderung memiliki kadar air lebih besar. Fenomena ini terjadi karena struktur arang bersifat *porous* sehingga menambah luas permukaan arang dengan demikian memiliki kemampuan mengikat air lebih baik. Berdasarkan uji beda Duncan, penambahan arang ternyata tidak mempengaruhi kadar air MDF (Tabel 1). Kadar air yang diperoleh untuk setiap MDF telah memenuhi standar JIS.

**Tabel 1. Sifat fisik MDF**  
**Table 1. Physical properties of MDF**

No.	Komposisi campuran (Mixture composition), Serat (Pulp fiber) : Arang (Charcoal)	Kerapatan, (Density) g/cm <sup>3</sup>		Kadar Air, (Moisture content), %		Pengembangan tebal, (Thickness Swelling), %		Daya serap air, (Water absorption), %	
		R	D0,05	R	D0,05	R	D0,05	R	D0,05
1.	100 : 0	0,80	A	6,11	A	9,62	A	15,78	A
2.	90 : 10	0,80	A	6,80	A	9,80	A	17,06	B
3.	80 : 20	0,80	A	7,04	A	13,70	B	18,00	B
4.	70 : 30	0,73	A	7,08	A	14,57	B	23,88	C
5.	JIS	> 0,35	-	5-13	-	< 12	-	-	-

Keterangan (Remarks):

- R : Rata-rata 2 ulangan (*Average of 2 replications*)
- D<sub>0,05</sub> : Uji beda jarak Duncan (*Duncan's range test*)
- Angka rata-rata yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata (*Average values followed with the same letters are not significantly different*): A>B>C>D (> = Lebih baik / *Better*)
- JIS : *Japanese Industrial Standard* (Anonim, 2003)

Pengembangan tebal dan daya serap air MDF berkisar antara 9,62-14,57% dan 15,78-23,88% (Tabel 1). Kedua sifat tersebut mempunyai hubungan yang linier dengan bertambahnya arang, di mana semakin banyak arang yang digunakan akan meningkatkan pengembangan tebal dan daya serapnya terhadap air. Berdasarkan uji Duncan, pengembangan tebal MDF kontrol dan MDF dengan penambahan arang 10% relatif sama dan keduanya telah memenuhi standar JIS yaitu di bawah 12%. Sementara itu, MDF yang dibuat dengan penambahan arang 20% dan 30% pengembangan tebalnya relatif sama tetapi menjadi tidak memenuhi standar JIS karena pengembangan tebalnya semakin besar. Pada kedua kelompok tersebut pengaruh pengembangan tebalnya nyata. Sementara itu daya serap air MDF antara penambahan arang sebesar 10% dengan 20% relatif sama dan di antara perlakuan lainnya berbeda nyata. Kecenderungan daya serap MDF terhadap air sejalan dengan peningkatan pengembangan tebal MDF. Secara keseluruhan penyerapan air meningkat dengan semakin tingginya porsi penambahan arang. Arang yang bersifat *porous* selain akan mengikat senyawa kimia berupa gas juga berperan menyerap air, sehingga memperbesar sifat interaksi dengan air yang memungkinkan air memasuki struktur MDF, dan berakibat pada peningkatan pengembangan tebal MDF (Park *et al.* 2006 dan Kim and Lee, 2003). Daya serap MDF terhadap air cukup besar tetapi parameter ini tidak dipersyaratkan dalam standar JIS.

Serat pulp kayu yang diolah dengan proses TMP terhadap kayu mangium dan karet, dengan unsur utama holoselulosa akan bersifat *higroskopis* sehingga serat pulp sebagai komponen terbesar MDF juga dapat menyerap air yang mengakibatkan terjadinya perubahan dimensi papan.



### C. Sifat Mekanis MDF

Keteguhan patah (MOR) dan lentur (MOE) MDF berkisar antara 93,91-290,92 kg/cm<sup>2</sup> dan 8.472-18.698 kg/cm<sup>2</sup> (Tabel 2), sedangkan keteguhan rekat internalnya (IB) 0,57-2,11 kg/cm<sup>2</sup>. Sifat mekanis MDF kontrol lebih baik dibandingkan MDF dengan penambahan arang (Tabel 2). Penambahan arang dalam jumlah besar cenderung menurunkan sifat mekanisnya karena akan mengganggu ikatan antara serat dan perekat dalam pembentukan papan serat termasuk MDF (Kim and Lee, 2003; Park *et al.*, 2006; Darmawan, 2008). Selain itu juga pada komposisi serat:arang sebesar 70:30, terlihat adanya potongan-potongan serat (partikel) lebih banyak dibandingkan dengan kontrol (Gambar 3). Partikel tersebut kemungkinan berasal dari bagian arang yang hancur dan dapat mengurangi jalinan antar serat.

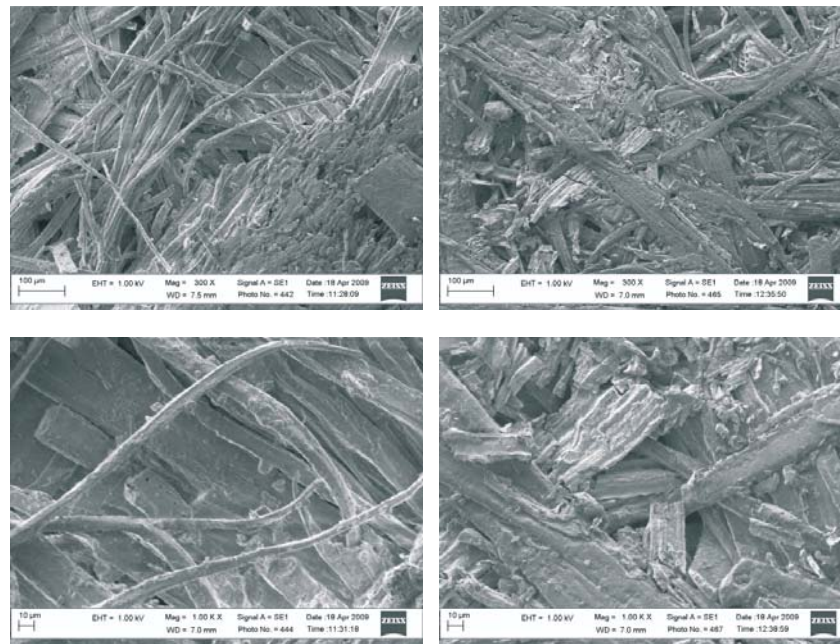
**Tabel 2. Sifat mekanis MDF**  
**Table 2. Mechanical properties of MDF**

No.	Komposisi campuran ( <i>Mixture composition</i> ), serat ( <i>pulp fiber</i> ) : arang ( <i>charcoal</i> )	Keteguhan, ( <i>Strength</i> )					
		Patah, ( <i>MOR</i> ), kg/cm <sup>2</sup>		Lentur, ( <i>MOE</i> ), kg/cm <sup>2</sup>		Rekat, ( <i>Internal bond</i> ), kg/cm <sup>2</sup>	
		R	D <sub>0,05</sub>	R	D <sub>0,05</sub>	R	D <sub>0,05</sub>
1.	100 : 0	290,92	A	18.305,78	A	2,11	A
2.	90 : 10	256,07	A	18.698,91	A	1,94	A
3.	80 : 20	165,26	B	13.938,59	A	1,32	AB
4.	70 : 30	93,91	B	8.472,04	B	0,57	B
5.	JIS (25)*	> 255	-	> 20.400	-	> 4,08	-
	JIS (15)**	> 153	-	> 13.260	-	> 3,06	-

Keterangan (*Remarks*):

- R : Rata-rata 2 ulangan (*Average of 2 replications*)
- D<sub>0,05</sub> : Uji beda jarak Duncan (*Duncan's range test*)
- Angka rata-rata yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata (*Average values followed with the same letters are not significantly different*): A>B>C>D
- JIS : *Japanese Industrial Standard* (Anonim, 2003)
- JIS 25 : MDF kualitas 2 (*MDF quality with class 2*)
- JIS 15 : MDF kualitas 3 (*MDF quality with class 3*)

Berdasarkan uji Duncan (Tabel 2), menunjukkan bahwa antara MDF kontrol dan MDF dengan penambahan arang 10% menghasilkan sifat mekanis yang relatif sama sedangkan penambahan arang sebesar 30% menunjukkan perbedaan yang nyata dengan kontrol. Papan serat kontrol dan penambahan arang sebesar 10%, nilai MORnya telah memenuhi standar JIS (type-25) sedangkan MOE nya masuk ke dalam JIS (type-15).



a. Kontrol (*control*),  
tanpa arang (*Without charcoal*)

b. Komposisi campuran serat:arang 70:30  
(*Mixture composition of pulp fiber: charcoal 70:30*)

**Gambar 3.** Analisis *scanning electron microscope (SEM)* pada permukaan MDF dengan pembesaran 300 dan 1.000 kali

**Figure 3.** *Scanning electron microscope (SEM) analysis on the MDF surface with magnification of 300 and 1,000 times*

#### D. Daya Serap MDF

Daya serap papan serat terhadap benzena berkisar antara 0,65-0,82%, benzena digunakan untuk menguji sifat ketidak polaran (non-polar) dari bahan (Tabel 3). Molekul benzena dengan rumus kimia  $C_6H_6$  berukuran kecil (diameter cincin aromatik sebesar 3-4Å) dan mudah menguap pada suhu ruangan. Berdasarkan sifatnya tersebut maka benzena digunakan untuk menguji kemampuan suatu bahan dalam menyerap gas (Hendra dan Darmawan, 2007). Rendahnya daya serap terhadap benzena mengindikasikan bahwa struktur MDF yang dihasilkan lebih bersifat polar, yang didukung dari daya serap MDF tersebut yang lebih tinggi terhadap gas kloroform ( $CHCl_3$ ) dan formaldehida ( $HCHO$ ) (Pari *et al.*, 2006).



**Tabel 3. Daya serap MDF terhadap benzena, kloroform dan formaldehida**  
**Table 3. Adsorption capacity of MDF on benzene, chloroform and formaldehyde**

No.	Komposisi campuran ( <i>Mixture composition</i> ), Serat ( <i>pulp fiber</i> ) : arang ( <i>charcoal</i> )	Daya serap, ( <i>Adsorption capacity</i> ), %					
		Benzena, ( <i>Benzene</i> )		Kloroform, ( <i>Chloroform</i> )		Formaldehida, ( <i>Formaldehyde</i> )	
		R	D <sub>0,05</sub>	R	D <sub>0,05</sub>	R	D <sub>0,05</sub>
1.	100 : 0	0,65	C	2,19	B	0,69	C
2.	90 : 10	0,65	B	2,22	AB	0,83	B
3.	80 : 20	0,73	A	2,51	A	0,99	A
4.	70 : 30	0,82	A	2,83	A	1,16	A

Keterangan (*Remarks*):

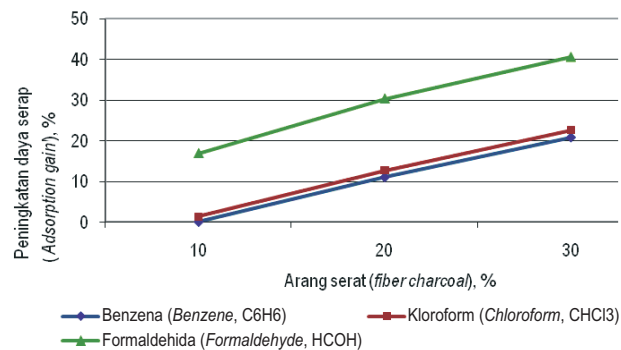
- R : Rata-rata 2 ulangan (*Average of 2 replications*)
- D<sub>0,05</sub> : Uji beda jarak Duncan (*Duncan's range test*)
- Angka rata-rata yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata (*Average values followed with the same letters are not significantly different*): A>B>C>D (> = Lebih baik / *Better*)

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kemampuan daya serap MDF terhadap gas cenderung meningkat dengan bertambahnya kandungan arang. Selanjutnya uji beda Duncan (Tabel 3) menunjukkan bahwa daya serap MDF kontrol terhadap gas benzena dan formaldehida lebih rendah dibandingkan dengan MDF yang ditambahkan arang dan pengaruhnya berbeda nyata, sedangkan penambahan arang pada komposisi 80:20 dan 70:30 memiliki kemampuan menyerap gas yang relatif sama. Dibanding dengan arangnya maka daya serap MDF terhadap gas jauh lebih rendah, hal ini terjadi karena pada MDF tersebut yang diuji tidak murni berupa arang tetapi ada bahan lain seperti serat dan perekat yang terjadi reaksi-reaksi antara arang dengan bahan-bahan tersebut sehingga mengurangi sifat absorpsinya.

Persentase peningkatan daya serap MDF terhadap gas formaldehida lebih besar dibandingkan dengan benzena dan kloroform pada tiap taraf penggunaan arang (Gambar 4). Dibandingkan dengan MDF kontrol peningkatan tersebut mencapai 40% pada MDF dengan penambahan arang 30%. Peningkatan ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan daya serapnya terhadap kloroform dan benzena yang berkisar di 20% (Gambar 4). Hal tersebut sejalan dengan sifat arangnya dimana arang memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyerap formaldehida. Lebih tingginya peningkatan daya serap MDF terhadap formaldehida dibandingkan terhadap benzena diduga ada kaitanya dengan perbedaan sifat polaritas, dimana formaldehida bersifat polar sedangkan benzena bersifat tidak polar. Selanjutnya lebih tingginya peningkatan daya serap MDF terhadap formaldehida dibandingkan terhadap kloroform (CHCl<sub>3</sub>) dimana keduanya bersifat polar, diduga terjadi karena kloroform memiliki berat molekul, titik leleh dan titik didih lebih tinggi dari pada formaldehida, sehingga formaldehida lebih volatil dan dengan demikian lebih terakses untuk diadsorpsi oleh arang dalam MDF tersebut.

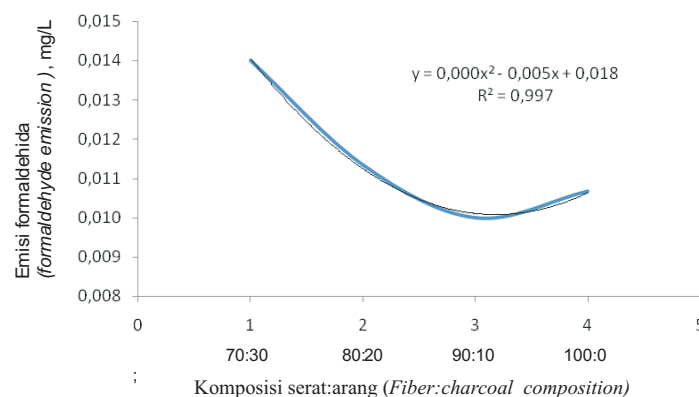
Hasil penelitian lebih lanjut menunjukkan pemakaian arang sebagai campuran bahan serat MDF dengan komposisi serat:arang sebanyak 90:10, 80:20 dan 70:30, menghasilkan emisi formaldehida berkisar antara 0,11-0,14 mg/L, yang secara keseluruhan memenuhi persyaratan JIS (Anonym, 2003) untuk produk panel dengan katagori F\*\*\*\*, dan secara statistik memperlihatkan pengaruh yang sangat nyata dibandingkan dengan MDF kontrol.

Hasil penelitian Park *et al.* (2006) membuktikan bahwa penambahan arang bambu pada panel kayu (yang direkat dengan bahan perekat menggunakan monomer (HCOH) lebih dari 3% mampu menurunkan emisi formaldehida menjadi di bawah 0,5 mg/L dimana sebelum ditambahkan arang, emisi formaldehida yang dikeluarkan sekitar 1,5 mg/L. Pada percobaan ini, pengaruh penambahan arang terhadap emisi formaldehida papan serat (MDF) mengikuti pola persamaan regresi polinomial (Gambar 5), dimana MDF tersebut sebelumnya telah menjalani pengkondisian selama setahun. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa emisi formaldehida cenderung meningkat dengan bertambahnya kadar arang.



**Gambar 4.** Peningkatan daya serap MDF (mengandung arang) terhadap 3 macam *adsorbate* (benzene, khloroform dan formaldehida) dibandingkan daya serap MDF control (tanpa arang)

*Figure 4. Adsorption gains of MDF (containing charcoal) on 3 kinds of adsorbate (benzene, chloroform and formaldehyde) compared with that of the control MDF (without charcoal)*



**Gambar 5.** Hubungan antara emisi formaldehida dengan kadar arang pada MDF (setelah pengkondisiannya selama 1 tahun)

*Figure 5. Relationship between formaldehyde emission and charcoal content in the wood on MDF (following its finishing conditioning for one years)*

Emisi formaldehida yang dilepaskan MDF hasil percobaan pada bahan baku sebesar 70:30 dan 80:20 setelah dilakukan pengkondisian selama setahun lebih tinggi dibandingkan dengan emisi dari MDF kontrol. Hal tersebut kemungkinan disebabkan pada awal pembuatannya, MDF kontrol mengeluarkan emisi formaldehida yang lebih besar sehingga setelah jangka waktu satu tahun kandungan sisa formaldehida lebih rendah. Sedangkan MDF dengan penambahan arang, formaldehida yang seharusnya juga teremisi, terserap arang dan secara bertahap sedikit demi sedikit dikeluarkan (*slow release*), dengan demikian lebih aman bagi kesehatan. Darmawan (2008) menunjukkan bahwa pada hari pertama setelah pembuatan MDF, papan tersebut dengan penambahan arang sebesar 6% mengeluarkan emisi lebih rendah sebesar 24,4% dibandingkan dengan MDF kontrol.

#### IV. KESIMPULAN

Arang yang digunakan dalam pembuatan MDF bersifat polar dengan kemampuan daya serapnya terhadap beberapa macam *adsorbate* yaitu formaldehida sebesar 19,81%, kloroform 14,04%, karbon tetraklorida 7,01%, benzena 8,42% dan iod 263 mg/g. Perbedaan angka tersebut dipengaruhi oleh sifat polaritas lima macam *adsorbate* tersebut.

Penambahan arang cenderung menurunkan sifat fisik dan mekanik MDF yang dihasilkan. Papan serat (MDF) kontrol dan MDF pada komposisi serat:arang 90:10 memiliki sifat yang relatif sama dan telah memenuhi standar JIS (tipe-25) kecuali MOE (JIS type-15) dan keteguhan rekat internal. Sifat fisik dan mekanik MDF pada komposisi bahan baku sebesar 90:10 adalah sebagai berikut: kerapatan 0,8 g/cm<sup>3</sup>, kadar air 6,80%, pengembangan tebal 9,8%, daya serap air 17,06%, MOR 256,07 kg/cm<sup>2</sup>, MOE 18.698 kg/cm<sup>2</sup>, dan keteguhan rekat 1,94 kg/cm<sup>2</sup>.

Daya serap MDF cenderung meningkat dengan bertambahnya arang. Kemampuan daya serap terhadap kloroform (2,19-2,83%) lebih besar dibandingkan dengan formaldehida (0,69-1,16%) dan benzena (0,65-0,82%). Persentase peningkatan daya serap papan serat terbesar yang sejalan dengan meningkatnya jumlah arang terjadi pada formaldehida (40,52%) diikuti kloroform (22,61%) dan benzena (20,73%). Penambahan arang dalam panel MDF mampu menurunkan emisi formaldehida dari panel tersebut dengan nilai memenuhi persyaratan standar Jepang (JIS) dengan katagori F\*\*\*\*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. *Annual Review and Assessment of the World Timber Situation*. ITTO.
- Anonim. 2003. Fibreboards, A 5905. Japanese Industrial Standard. Japanese Standard Association.
- Buongiorno, J., S. Zu, D. Zhang, J. Turner dan D. Tomberlin. 2006. The global forest product model: structure, estimation and applications. Academic Press. California, Massachusetts. London.
- Darmawan, S. 2008. Sifat Arang Aktif Tempurung Kemiri dan Pemanfaatannya sebagai Penyerap Emisi Formaldehida Papan Serat Berkerapatan Sedang. Thesis Program

- Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan. Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor. (Tidak diterbitkan).
- El-Hendawy, A. N., Samra, S. E. and Girgis, B. S. 2001. Adsorption characteristics of activated carbons obtained from corncobs (Abstract). *Colloids and Surface A: Physicochemical and Engineering Aspects* 180 (3).
- Hendra D., dan S. Darmawan. 2007. Sifat arang aktif dari tempurung kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 25(4): 291-302. Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor.
- Kercher, A and D.C. Nagle. 2002. Micro structural evolution during charcoal carbonization by X-ray diffraction analysis. *Carbon* 41: 15-27.
- Kim G.E. dan H.H. Lee. 2003. Proceeding of The IAWPS. Properties of charcoal-fiber board by wet forming process. International Conference on Forest Products Better Utilization of Wood for Human, Earth and Future Vol.2.
- Komarayati, S. 2004. Penggunaan arang kompos pada media tumbuh anakan mahoni. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 22(4):193-203. Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor.
- Matjik, A.A. dan Sumertajaya IM. 2002. Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan Minitab, Jilid I. IPB Press. Bogor.
- Meier, D. and Faix, O. 1997. State of the art of applied fast pyrolysis of lignocellulosic materials- A review. *Bio-resource Technology* 68 (1999):71-77.
- Pari G., Kurnia S., Wasrin S., and Buchari. 2006. *Tectona grandis* activated charcoal as catching agent of formaldehyde on plywood glued with urea formaldehyde. Proceedings of the 8<sup>th</sup> Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium. Kuala Lumpur. Malaysia.
- Park, S.B., Su-Won K., Jong-Young P., dan Jung-Kwan Roh. 2006. Physical and mechanical properties and formaldehyde emission of particleboard with bamboo charcoal. *Journal of Forest Science* 69:50-59.
- Roffael. 1993. WKI. The Fraunhofer Institute for Wood Research.